



IFW

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT: Heinz LINDENMEIER 27  
SERIAL NO: 10/768,529 GROUP: 2821  
FILED: JANUARY 30, 2004  
TITLE: SCANNING ANTENNA DIVERSITY SYSTEM FOR FM RADIO FOR VEHICLES

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT


Mail Stop Amendment  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant is submitting a certified copy of German patent no. 103 04 431, filed on FEBRUARY 4, 2003, for which priority is being claimed. It is respectfully requested that applicant's compliance with 35 USC 119 be acknowledged.

Respectfully submitted,

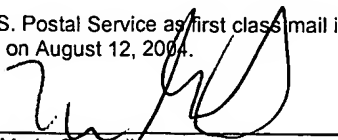
Heinz LINDENMEIER 27

By   
Allison C. Collard, Reg. No. 22,532  
Frederick J. Dorchak, Reg. No. 29,298  
Edward R. Freedman, Reg. No. 26,048

COLLARD & ROE, P.C.  
1077 Northern Boulevard  
Roslyn, NY 11576  
(516) 365-9802

Enclosure: Certified Copy of GERMAN Priority Document

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on August 12, 2004.

  
Maria Guastella

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

BEST AVAILABLE COPY

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 04 431.0

**Anmeldetag:** 04. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Professor Dr.-Ing. Heinz Lindenmeier,  
82152 Planegg/DE

**Bezeichnung:** Scanning-Antennen-Diversitysystem für den  
FM-Hörrundfunk für Fahrzeuge

**IPC:** H 04 B 7/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 04. Februar 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trademark Office.

Faust

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

# Scanning-Antennen-Diversitysystem für den FM-Hörrundfunk für Fahrzeuge

## **Zusammenfassung**

5 Die Erfindung betrifft ein Scanning-Antennen-Diversitysystem für den FM-Hörrundfunk für Fahrzeuge mit einer Antennenanlage (1) mit steuerbarer logischer Schalteinrichtung (2), bei der mit unterschiedlichen Schaltstellungen jeweils ein diversitätsmäßig unterschiedliches hochfrequentes Empfangssignal (5) einem Empfänger (3) zugeführt ist und  
10 ein aus diesem Empfangssignal (5) abgeleitetes ZF-Empfangssignal (9) einen Diversityprozessor (4) ansteuert, der bei Vorliegen einer Empfangsstörung die logische Schalteinrichtung (2) in eine andere Schaltstellung weiterschaltet.

Im Diversityprozessor (4) ist

- ein erster Störungsdetektor (6) vorhanden, dessen Momentanstörungenanzeige (10) verzögerungsfrei aus dem zeitlichen Momentanwert des auf die ZF-Bandbreite begrenzten  
15 ZF-Empfangssignals (9) des Empfängers (3) durch Feststellung des störungsbedingten Auftretens unzulässiger Momentanwerte der Frequenz und der Amplitude dieses Signals gewonnen ist;

- und es ist ein zweiter Störungsdetektor (7) vorhanden, dessen Störungsanzeige (11) aus  
20 demselben ZF-Empfangssignal (9), jedoch aus der zeitlich integralen Erfassung der Störsignalinhalte in gemäss der Signalnormung des FM-Multiplexsignals des FM-demodulierten ZF-Empfangssignals (9a) vom Nutzsignal frei gehaltenen Frequenzlücken gewonnen ist;

- deren beider Störungsanzeigesignale (10,11) sind einer Logikschaltung (8) zugeleitet,  
25 welche derart gestaltet ist, dass in ihr durch Auswertung der Störungsanzeigesignale (10,11) beider Störungsdetektoren (6,7) ein logisches Steuersignal (12) zur Steuerung der Antennenanlage (1) mit steuerbarer logischer Schalteinrichtung (2) gebildet ist, so dass zum frühest möglichen Zeitpunkt nach Auftreten eines empfangsunwürdig gewordenen Empfangssignals (5) eine andere Schaltstellung gewählt ist (Fig.3).

# Scanning-Antennen-Diversitysystem für den FM-Hörrundfunk für Fahrzeuge

## Liste der Bezeichnungen

- Antennenanlage 1
- 5 logische Schalteinrichtung 2
- Empfänger 3
- Diversityprozessor 4
- hochfrequentes Empfangssignal 5
- erster Störungsdetektor 6
- 10 zweiter Störungsdetektor 7
- Logikschaltung 8
- ZF-Empfangssignals 9
- FM-demoduliertes ZF-Empfangssignal 9a
- AM-demoduliertes ZF-Empfangssignal 9b
- 15 Momentanstörungenanzeige 10
- Störungsanzeige 11
- logisches Steuersignal 12
- Mikroprozessor 13
- Binärsignal 14
- 20 AM-Gleichrichter 15
- Hörsignalqualität 16
- FM-Demodulator 17
- Frequenzabweichungsschwelle 18
- Störamplitudenmodulationsindikator 19
- 25 Frequenzfilter 20
- Gleichrichterschaltung 21
- Integrationsglied 22
- Nutzsignalfilter 23
- Nutz-Störverhältnis-Schwelle 24
- 30 Wartezeit 25
- Amplitudenstörmodulationsschwelle 26
- adressierbare Schaltzustände 27
- Zeitabstand 28
- Hochpass 29
- 35 Bandpass 30

# Scanning-Antennen-Diversitysystem für den FM-Hörrundfunk für Fahrzeuge

## **Beschreibung**

Die Erfindung betrifft ein Scanning-Antennen-Diversitysystem für den FM-Hörrundfunk für Fahrzeuge mit einer Antennenanlage 1 mit steuerbarer logischer Schalteinrichtung 2, bei der mit unterschiedlichen Schaltstellungen jeweils ein diversitätsmäßig unterschiedliches hochfrequentes Empfangssignal 5 einem Empfänger 3 zugeführt ist und ein aus diesem Empfangssignal 5 abgeleitetes ZF-Empfangssignal 9 einen Diversityprozessor 4 ansteuert, der bei Vorliegen einer Empfangsstörung die logische Schalteinrichtung 2 in eine andere Schaltstellung weiterschaltet.

Schaltungsanordnungen dieser Art sind bekannt aus der DE 35 17 247 A1 und der DE 101 02 616 A1. Bei den dort beschriebenen Antennendiversity-Empfangsanlagen zur Elimination von Störungen beim Empfang frequenzmodulierter Rundfunkausstrahlungen werden einem Diversityprozessor eine Anzahl von Antennensignalen zugeführt, von denen zu jedem Zeitpunkt ein ausgewähltes Antennensignal zum Empfänger durchgeschaltet ist. Dieses hochfrequente Signal wird im Empfänger in den Zwischenfrequenzbereich (ZF) umgesetzt und dieses ZF-Signal wird dem Diversityprozessor zur Erkennung von Störungen zugeführt. Bei Erkennung einer Störung werden im Diversityprozessor Schaltsignale zum Umschalten auf ein anderes Antennensignal abgeleitet. Dadurch werden durch Mehrwegeempfang bedingte audiofrequente Störungen weitgehend vermieden, wenn ausreichende Empfangsverhältnisse vorliegen.

Ein Scanning-Antennen-Diversitysystem nach dem Stand der Technik, wie es z.B. aus der DE 44 03 612 bekannt ist, ist in Fig. 1 dargestellt. Bei frequenzmodulierten Rundfunksignalen ergibt sich eine Empfangsstörung bei einer Antenne durch die Überlagerung mehrerer Teilwellen mit unterschiedlichen Amplituden, Phasen- und Zeitdifferenzen am Empfangsort. Die dadurch entstehenden Pegelbrüche sind mit Frequenzstörhubspitzen korreliert und verursachen lineare Signalverzerrungen in Abhängigkeit vom Modulationsinhalt im Hörfrequenzbereich. Bei Überschreiten einer vorgegebenen Frequenzstörhubschwelle bzw. bei Überschreiten einer störungsbedingten Amplitudenmodulation erkennt der Störungsdetektor 6 unmittelbar auf Störung und veranlasst ein Weiterschalten auf ein anderes zur Verfügung stehendes Antennensignal bzw. gegebenenfalls auf eine

andere in einer Antennenmatrix gebildeten Linearkombination. Auf diese Weise werden alle zur Verfügung stehenden HF-Signale auf Störungen geprüft und nacheinander zum Empfänger durchgeschaltet. Die während der Störerkennungszeit einer Störung aufgenommene Störenergie wird hörbar und reduziert die Hörsignalqualität umso mehr, je öfter sich dieser Suchprozess in schneller Folge wiederholt und je mehr Störenergie aufgrund einer längeren Störerkennungszeit in den Hörkanal fällt. Deshalb muss die Störerkennungszeit so kurz wie möglich sein. Besonders treffsicher zeigen solche Prozessoren die Störung an, wenn sie auf die Gleichzeitigkeit der Störungen in der Frequenzabweichung und der Störamplitudenmodulation abgestellt sind. Als schnell anzeigender Störungsdetektor wird in derartigen Systemen häufig der Diversity-Prozessor vom Typ TEA 6101 der Fa. Philips verwendet.

Diversityprozessoren mit Momentanstörungenanzeige nach dem Stand der Technik erkennen eine Störung, wenn z.B. die Frequenzabweichungsschwelle 18 bzw. die Amplitudenstörmodulationsschwelle 26 überschritten wird. Rauschstörungen werden in der Momentanstörungenanzeige 10 nur dann erkannt, wenn der aktuelle Momentanwert die vorgegebene Schwelle, an der die Störung gemessen wird, überschreitet. Die minimale Störerkennungszeit für eine plötzliche, die vorgegebenen Schwellen überschreitende Störung z.B. aufgrund einer Nachbarkanal-, Gleichkanal- oder einer Intermodulationsinterferenz, ist bei Prozessoren dieser Art durch die Bandbreite des Zwischenfrequenzkanals begrenzt und beträgt 30 bis 50  $\mu$ s. Eine Störerkennungszeit von  $<100 \mu$ s kann somit sichergestellt werden. Insbesondere bei Störabständen des Hochfrequenzträgers bzw. Zwischenfrequenzträgers mit Werten zwischen 6 dB und 12 dB zeigt es sich, dass der aktuelle Wert einer Frequenzabweichung von z.B. 75 kHz mit großen Erkennungszeiten verbunden ist.

Diese Erkennungszeiten sind in Abhängigkeit von der im Prozessor eingestellten Frequenzabweichungsschwelle 18 für verschiedene Signal-Rausch-Abstände zwischen  $0 \text{ dB} \leq (S/N)_{ZF} \leq 12 \text{ dB}$  in Fig. 2c dargestellt. Insbesondere bei Stereoempfang führen derartige  $(S/N)_{ZF}$  akustisch bereits zu einem deutlich verrauschten Signal. Hierbei zeigt sich, dass aufgrund der sinkenden Wahrscheinlichkeit des Auftretens großer Frequenzabweichungen durch den Momentanwert des Rauschens die Ansprechzeit eines derartigen ersten Störungsdetektors 6 große Werte annimmt. Die gestrichelte Linie in Fig. 2c kennzeichnet die erwartete Ansprechzeit von 30  $\mu$ s und die mittleren Ansprechzeiten für ein Überschreiten einer Frequenzabweichungsschwelle 18 von 75 kHz erreicht Werte zwischen 60  $\mu$ s bei

( $S/N$ )<sub>ZF</sub> von 3 dB und steigt auf 6 ms bei ( $S/N$ )<sub>ZF</sub> von 9 dB. Bei einem Signal-Störabstand von 12 dB ist die Ansprechzeit mit deutlich größer als 100 ms wesentlich zu lang, um für diesen Betriebszustand eine zufriedenstellende Diversityfunktion zu erreichen. Bei einem ersten Störungsdetektor 6 nach dem Stand der Technik werden daher zweckmäßigerweise

5 die Frequenzabweichungsschwelle 18 abhängig von der aktuellen mittleren Frequenzabweichung entsprechend der Frequenzmodulation geregelt. Auch bei kleinen mittleren Frequenzabweichungen (z.B. Programminhalte mit geringer Lautstärke) und einer auf z.B. 40 kHz geregelten Frequenzabweichungsschwelle 18 beträgt bei einem Signal von ( $S/N$ )<sub>ZF</sub> = 9 dB die Ansprechzeit typisch 500 µs und bei ( $S/N$ )<sub>ZF</sub> = 12 dB typisch 10 ms. Es gibt

10 somit Empfangssituationen, in welchen das aktuelle Empfangssignal deutlich verrauscht ist und der erste Störungsdetektor 6 zu lange braucht, um eine Störung zu erkennen und um eine Umschaltung des hochfrequenten Empfangssignals 5 auf ein besseres Empfangssignal zu veranlassen. Diese Ansprechzeiten überschreiten sämtlich das tolerierbare Maß, um bei Vorliegen eines verrauschten Signals ein perfektes Empfangsverhalten zu gewährleisten.

15 Zwar ist die Bandbreite des ZF-Kanals groß genug, um die o.g. Störungen, bedingt durch Nachbarkanal-, Gleichkanal- oder Intermodulationsinterferenzen hinreichend frühzeitig zu erkennen, aufgrund der besonderen statistischen Eigenschaften eines verrauschten Signals ist ein Störungsdetektor dieser Art für die Erkennung von Rauschen nur bedingt geeignet.

20 Zur Veranschaulichung des überraschenden Phänomens, welches darin besteht, dass die Erkennungsdauer für ein verrauschtes Signal mit besser werdendem Signal-Rauschverhältnis größer wird, wird auf die Darstellungen in Fig. 2a und Fig. 2b verwiesen. Fig. 2a zeigt die durch Rauschen verursachte Frequenzstörabweichung einer verrauschten Trägerschwingung für ( $S/N$ )<sub>ZF</sub> = 9 dB. Die mittlere Zeitspanne zwischen Frequenzstörabweichungen, welche pulsartig die Schwelle von 40 kHz überschreiten, beträgt dabei ca. 0.4

25 ms und es ist erkennbar, dass bereits bei einer Schwelle von 50 kHz die entsprechenden Zeitspannen wesentlich größer wären. Diese Zeitspannen steigen mit wachsendem Signal-Rauschverhältnis derart an, dass während der dargestellten Beobachtungszeit von 10 ms die durch Rauschen bedingte Frequenzstörabweichung die durch Normung für ein

30 Nutzsinal vorgegebene maximale Frequenzabweichung von 75 kHz nicht einmal erreicht. Die Beobachtung über eine längere Zeit ergibt, dass der Mittelwert dieser Zeitspanne ca. 6 ms beträgt, wie dies aus Fig. 2c hervorgeht. Die Betrachtung zeigt somit, dass die Erkennungszeit der Rauschstörung auch zufällig ist und auch wesentlich länger sein kann als der Mittelwert es ausweist. Zur weiteren Verdeutlichung der Reduzierung der Wahrschein-

lichkeit für das Überschreiten einer Frequenzabweichung von 75 kHz einer verrauschten ZF-Trägerschwingung ist in Fig. 2b die Wahrscheinlichkeitsdichteverteilung der Frequenzabweichung dargestellt. Die grau hinterlegten Flächen der Kurve für  $(S/N)_{ZF} = 0$  dB und deren Fortsetzung über den dargestellten Bereich hinaus weisen die Wahrscheinlichkeit für diese Überschreitung aus. Der starke Rückgang der entsprechenden Flächen der übrigen dargestellten Funktionen lässt den starken Abfall der Überschreitungswahrscheinlichkeit mit größer werdendem  $(S/N)_{ZF}$  erkennen und verdeutlicht den damit verbundenen Anstieg der mittleren Störerkennungszeit gemäß Fig. 2c.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, bei einem Scanning-Antennen-Diversitysystem für den FM-Hörrundfunk für Fahrzeuge die Störerkennungszeit für das plötzliche Auftreten eines verrauschten Empfangssignals gegenüber dem Stand der Technik zu verkürzen und dabei die subjektiv wahrgenommene Hörsignalqualität im Hinblick auf das dynamische Verhalten des Scanning-Antennen-Diversitysystems auf wirtschaftliche Weise zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Besondere Ausführungsarten und weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen darin, bei nach dem Scanningprinzip arbeitenden Mehrantennen-Diversitysystemen die Zeitspanne für die Erkennung eines verrauschten Signals durch den Diversityprozessor 4 wesentlich kürzer zu gestalten als es durch die Momentan störungsanzeige 10 eines Detektors vom Typ des ersten Störungsdetektors 6 gegeben ist. Dies ist insbesondere bei Signalen, bei denen der Rauschanteil zwar noch störend, jedoch das Signal bereits deutlich hörbar ist, von Bedeutung. Dieser Vorteil ist auf erfindungsgemäße Weise äußerst wirtschaftlich zu erreichen. Andere Antennen-Diversity-Systeme arbeiten mit mehreren gleichzeitig aufgenommenen Antennensignalen durch Umsetzung in den Zwischenfrequenzbereich und anschließender Gleichphasung der Signale. Diese Verfahren führen zu einer Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses, sind jedoch aufgrund der zweifach erforderlichen Umsetzung in den Zwischenfrequenzbereich äußerst aufwändig und auf die Verwendung von nur 2 Antennensignalen begrenzt. Mit der vorliegenden Anordnung wird erreicht, dass das Rauschen im Signal durch hinreichend frühzeitige Erkennung nach seinem Auftreten und damit

verbundener Umschaltung der Antennensignale praktisch nicht mehr wahrgenommen wird und dies auf eine technisch einfache und daher wirtschaftliche Art geschieht.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die  
5 zugehörigen Figuren zeigen im Einzelnen:

Fig. 1: Scanning-Antennen-Diversitysystem nach dem Stand der Technik

Fig. 2a: Frequenzabweichung in Abhängigkeit der Zeit bei einem  $(S/N)_{ZF} = 9 \text{ dB}$

10

Fig. 2b: Wahrscheinlichkeitsdichteverteilung der Frequenzabweichung für verschiedene Signal-Rausch-Verhältnisse in der ZF-Ebene

Fig. 2c: Störerkennungszeit in Abhängigkeit von der Frequenzabweichungsschwelle für  
15 verschiedene Signal-Rausch-Verhältnisse

Fig. 3: Scanning-Antennen-Diversitysystem nach der Erfindung

Fig. 4: Scanning-Antennen-Diversitysystem nach der Erfindung mit ausgestaltetem zwei-  
20 tem Störungsdetektor 7 durch Auswertung der Störenergie „N“ nahe des Hörfrequenzbereichs durch den Bandpass 30 und den Hochpass 29

Fig. 5: Frequenzbelegung des genormten Stereomultiplexsignals mit Zusatzsignalen bei 57  
kHz und grau hinterlegten Frequenzbereichen, die die Störungsenergie „N“ beinhalten

25

Fig. 6: Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Fig. 4 mit zusätzlicher Auswertung der Nutzsignalenergie mit den Nutzsignalfiltern 23 zur Bildung des S/N-Verhältnisses nahe des Hörfrequenzbereichs

30 Fig. 7: Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Fig. 6 mit zusätzlicher analoger S/N-Ermittlung und Beurteilung der Hörqualität 16 an Hand einer vorgegebenen Nutz-Stör-Verhältnisschwelle 24 zur Steuerung verschiedener Betriebsmodi

Im Rahmen dieser Erfindung wird vorgeschlagen, zusätzlich einen zweiten Störungs-  
 detektor 7 zur Erkennung von Rauschstörungen einzusetzen und dessen Ausgangssignal als  
 Störungsanzeige 11 einer Logikschaltung 8 zusammen mit der Momentanstörungenanzeige  
 10 des ersten Störungsdetektors 6 zuzuführen. In der Logikschaltung 8 werden die  
 5 Momentanstörungenanzeige 10 und die Störungsanzeige 11 entsprechend bewertet,  
 dergestalt, dass auch bei Auftreten einer Rauschstörung das die Rauschstörung zuerst  
 erkennende Signal, entweder die Momentanstörungenanzeige 10 oder die Störungsanzeige  
 11 über die Logikschaltung 8 und das logische Steuersignal 12 die logische Schaltein-  
 richtung 2 zu einer anderen Schaltstellung veranlasst und damit ein anderes diversitäts-  
 10 mäßiges hochfrequentes Empfangssignal 5 aufgeschaltet wird.

In Fig. 3 ist eine Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die logische  
 Schalteinrichtung 2 wird vom logischen Steuersignal 12 entweder derart gesteuert, dass ein  
 Weiterschaltbefehl ein sequentiell neues hochfrequentes Empfangssignal 5 zum Empfänger  
 15 3 liefert oder in einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorgeschlagenen Erfindung mit  
 adressierbaren Schaltstellungen ausgestattet ist, so dass das logische Steuersignal 12 als ein  
 Adresssignal gestaltet ist und mit jedem Schaltbefehl ein speziell ausgewähltes hochfre-  
 quentes Empfangssignal 5 zum Empfänger 3 durchgeschaltet ist, z.B. indem andere An-  
 tennen mit Blindelementen beschaltet werden.

20

In Fig. 4 ist ein erfindungsgemäßer Diversityprozessor 4 detailliert dargestellt. Dieser  
 besteht aus der Kombination eines schnell anzeigenden ersten Störungsdetektors 6 sowie  
 dem zweiten Störungsdetektor 7. Im Empfänger 3, bzw. wie hier in Fig. 4, ist im Diver-  
 sityprozessor 4 der FM-Demodulator 17 enthalten, dessen Ausgangssignal über einen  
 25 Entscheider an der Frequenzabweichungsschwelle 18 gemessen wird, so dass bei Über-  
 schreiten der zulässigen Frequenzabweichung die Momentanstörungenanzeige 10 als  
 Binärsignal 14 vorliegt. Der erste auftretende Puls im Binärsignal 14 nach Auftreten einer  
 Störung ist demnach der frühestmögliche Zeitpunkt zur Feststellung einer Frequenzab-  
 weichungsstörung. Auf ähnliche Weise kann dasselbe ZF-Empfangssignal 9 mit dem AM-  
 30 Gleichrichter 15 gleichgerichtet werden und das ZF-Empfangssignal 9 auf Amplituden-  
 einbrüche und bezüglich des Überschreitens der zulässigen Amplitudenstörmodulations-  
 schwelle 26 mit Hilfe des Störampplitudenmodulationsindikators 19 untersucht werden. In  
 besonders wirkungsvollen Ausführungsformen eines solchen momentan anzeigenden  
 ersten Störungsdetektors 6 wird dann eine Störung erkannt, wenn sowohl ein Puls durch

Überschreiten der Frequenzabweichungsschwelle 18 als auch ein Puls durch Überschreiten der Amplitudenstörmodulationsschwelle 26 gleichzeitig auftritt, was in Fig. 4 gleichwertig z.B. auch in der Logischaltung 8 erfolgt.

- 5 Die Ausgangssignale aus dem ersten Störungsdetektor 6 werden als Momentanstörungen-  
anzeigen 10 der Logikschaltung 8 zugeführt und können dort für die Meldung einer Stö-  
rung über das logische Steuersignal 12 ausgewertet werden. Aufgrund des geschilderten  
Sachverhalts, dass Rauschstörungen nur über auftretende Rauschspitzen und deshalb  
aufgrund deren Seltenheit in nur schwach verrauschten Signalen zu spät zu einer Momen-  
10 tanstörungenanzeige 10 führen, ist es das Wesen der vorliegenden Erfindung, diesen ersten  
Störungsdetektor 6 durch einen zweiten Störungsdetektor 7 zu ergänzen, welcher auch bei  
weniger verrauschten Signalen in möglichst kurzer Zeit die Störung zur Anzeige bringt.

- Gemäß der vorliegenden Erfindung beruht das Arbeitsprinzip des zweiten Störungs-  
15 detektors 7 auf der Auswertung von Störenergie in Frequenzbereichen, die in gemäss der  
Signalnormung des FM-Multiplexsignals des FM-demodulierten ZF-Empfangssignals 9a  
frei von Energie sein sollten. Das FM-Multiplexsignal ist mit den Zusatzsignalen in Fig. 5  
dargestellt. Die Bandbreite dieser Frequenzlücken, in Fig. 5 durch „N“ gekennzeichnet, ist  
zwar wesentlich geringer als die gesamte ZF-Bandbreite, so dass eine Auswertung der  
20 darin enthaltenen Störsignale im Hinblick auf die Detektionszeit eingeeengt ist. Der Vorteil  
der Störungsermittlung in diesen Frequenzlücken besteht jedoch darin, dass sie ohne  
Präsenz des Signals und somit getrennt davon erfolgen kann. Dies steht im Gegensatz zur  
Wirkungsweise eines Detektors der Bauart des ersten Störungsdetektors 6, bei dem Stö-  
rungen erst feststellbar sind, wenn das momentane Gesamtsignal entweder hinsichtlich  
25 seiner Frequenzabweichung oder hinsichtlich der Trägeramplitude um ein nicht tolerier-  
bares Maß abweicht. Die Feststellung der Störung erfolgt erfindungsgemäß (Fig. 4) durch  
Gleichrichtung der Signale in diesen Frequenzlücken mit Hilfe der Gleichrichterschaltung  
21 mit nachgeschaltetem Integrationsglied 22 mit geeignet gewählter Zeitkonstante. Bei  
den verfügbaren Bandbreiten der Frequenzlücken erreichen Störungsdetektoren dieser Art  
30 eine Erkennungszeit für Störungen, die in diesen Frequenzlücken auftreten, von ca.  $\Delta t = 1$   
bis 5 ms.

Bei Auswertung der Störsignale im Frequenzbereich oberhalb 60 kHz lassen sich aufgrund  
der größeren verfügbaren Bandbreite Erkennungszeiten  $\Delta t < 1$  ms erreichen. Die sichere

Einhaltung dieser Erkennungszeit ist auf die zeitlich integrale Erfassung der Stör-  
 signalinhalte in gemäß der Signalnormung des FM-Multiplexsignals des FM-demodulier-  
 ten ZF-Empfangssignals 9a vom Nutzsignal frei gehaltenen Frequenzlücken zurück zu  
 führen. Die zeitlich integrale Erfassung nach Gleichrichtung dieses Signals bewirkt bei  
 5 plötzlich auftretendem Rauschen die summierende Auswertung der Frequenzabweichung  
 unabhängig von deren Augenblicksgröße. Die Auswertung ist somit nicht – wie im ersten  
 Störungsdetektor 6 - auf die statistisch und nach einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf-  
 tretenden Überschreitung einer vorgegebenen Schwelle überschreitende Frequenzab-  
 weichung angewiesen. Vielmehr werden alle Störinhalte aufsummiert und können – je  
 10 nach Anwendung – z.B. bei Erreichen einer vorgegebenen Schwelle als binär anzeigendes  
 Störsignal oder als Mittelwert an einem Integrationsglied 22 mit Zeitkonstante als Maß für  
 die mittlere Störung verwendet werden. Der aufgrund seiner zeitlich integrierenden Eigen-  
 schaft als langsamer vermutete Störungsdetektor 7 kann somit im Hinblick auf ein plötz-  
 lich auftretendes verrauschtes Signal, dieses um Größenordnungen schneller anzeigen als  
 15 der als schnell vermutete Störungsdetektor 6 mit seiner an das momentane Überschreiten  
 einer Frequenzabweichungsschwelle 18 gebundenen Momentanstörungenanzeige 10. Mit  
 Hilfe der vorliegenden Erfindung ist es somit entgegen der Erwartung, durch Beistellung  
 des als langsam vermutet arbeitenden Störungsdetektortyps zu dem als schnell arbeitend  
 vermuteten Störungsdetektortyps einen Diversityprozessor 4 zu gestalten, welcher für alle  
 20 Störungsarten auch unter Einbeziehung schwach verrauschter Signale eine kürzest  
 mögliche Störererkennungszeit ermöglicht.

Ein Vergleich mit den in Fig. 2c dargestellten Erkennungszeiten für Störungen im ersten  
 Störungsdetektor 6 und einer der Norm entsprechenden maximalen Frequenzabweichungs-  
 25 schwelle ergibt somit eine wesentlich kürzere Erkennungszeit für Rauschstörungen mit  
 einem  $(S/N)_{HF} = (S/N)_{ZF} > 9\text{dB}$ . Die daraus resultierende Störungsanzeige 11 wird  
 ebenfalls an die Logikschaltung 8 weitergeleitet, worin zum frühestmöglichen Zeitpunkt  
 und in der Praxis ausreichend schnell ein logisches Steuersignal 12 zur Wahl eines anderen  
 hochfrequenten Empfangssignals 5 erzeugt ist. Die in den Frequenzlücken auftretenden  
 30 Störungen sind im Übrigen nicht nur durch Rauschen, sondern auch durch lineare Ver-  
 zerrungen des Nutzsignals in diesen Frequenzgebieten bedingt. Diese entstehen z.B. durch  
 frequenzabhängige Gruppenlaufzeiten, welche im Mehrwegeempfangsgebiet, insbesondere  
 aufgrund der Überlagerung von elektromagnetischen Wellen mit nicht vernachlässigbar  
 unterschiedlichen Laufzeiten, entstehen.

Für die Auswertung der Störungen N in Fig. 5 ist erfindungsgemäß zum einen der Frequenzbereich zwischen dem Frequenzbereich für das Summensignal und dem Frequenzbereich für den Differenzkanal und zum anderen der Frequenzbereich oberhalb des Frequenzbereichs für den Differenzkanal bzw. oberhalb des RDS-Kanals, d.h. oberhalb ca. 60 kHz, geeignet. Zweckmäßigerweise erfolgt, wie in Fig. 6 dargestellt, die Auskopplung der Störungsinhalte N oberhalb von 60 kHz mit Hilfe eines Hochpasses 29 und die Auskopplung des Frequenzbereichs zwischen ca. 15 kHz und 23 kHz mit Hilfe eines Bandpasses 30 mit Frequenzfalle für den Pilotton (19 kHz).

Mit einem erfindungsgemäßen kombinierten Diversityprozessor 4 (Fig. 6) werden zusätzlich die Nutzsignalinhalte S mit Hilfe von Nutzsignalfiltern 23 im Frequenzfilter 20 aus dem in gemäss der Signalnormung des FM-Multiplexsignals des FM-demodulierten ZF-Empfangssignals 9a für das Nutzsignal gestalteten Frequenzbereichen gewonnen. Mit Hilfe von je einer Gleichrichterschaltung 21 mit Integrationsglied 22 mit geeigneter Zeitkonstante stehen dann sowohl die Nutzsignalenergie S als auch die Störungsinhalte N getrennt zur Verfügung, so dass daraus das Nutz-Stör-Verhältnis  $S/N$  ermittelt und in der Logikschaltung 8 als Maß für die Beurteilung der Hörsignalqualität 16 zur Verfügung steht. Mit der Störungsanzeige 11 des zweiten bzw. der Momentanstörungenanzeige 10 des ersten jeweils in analoger Technik ausgeführten Störungsdetektors 7 bzw. 6 kann z.B. bei Einsatz eines programmierbaren Mikroprozessors 13 mit eingangsseitiger A/D-Wandlung für die Logikschaltung 8 im Rechenprogramm vorteilhaft eine Nutz-Störverhältnis-Schwelle 24 gegeben sein, anhand derer der Programmablauf gewählt ist, welcher die Momentanstörungenanzeige 10 und die Störungsanzeige 11 nach Größe und Zeitablauf bewertet, um unter logischer Verknüpfung dieser Bewertungen Umschaltbefehle mit Hilfe des logischen Steuersignals 12 zu gestalten.

In einer weiteren beispielhaften Ausgestaltung des zweiten Störungsdetektors 7 erfolgt in Fig. 7 die  $S/N$ -Bildung in einem analog arbeitenden Block, an dessen Ausgang das Signal für die Hörsignalqualität 16 vorliegt, wobei in einem anschließenden Entscheider die Binärinformation bezüglich der Überschreitung einer vorgegebenen Nutz-Störverhältnis-Schwelle 24 ermittelt und ein entsprechendes Signal an die Logikschaltung 8 abgegeben wird.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung werden die Anzeigen des zweiten Störungsdetektors 7 zur Steuerung unterschiedlicher Betriebsmoden des Diversity-Systems verwendet. Hierbei wird das mit Hilfe des zweiten Störungsdetektors 7 ermittelte Nutz-Störverhältnis  $S/N$  zur Überwachung der Hörsignalqualität 16 und zur Umsteuerung verschiedener Betriebsmoden des Systems verwendet. Beispiele für solche Moden sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Bei zu häufigem Wechsel der hochfrequenten Empfangssignale 5 in Gebieten, die durch zu schwache Pegel oder zu große Laufzeitdifferenzen der im Rayleigh-Empfangsfeld einfallenden Wellen gekennzeichnet sind, überlagert sich dem Empfangssignal auf der NF-Ebene ein deutlich wahrnehmbares Störsignal in Form eines "Prasselns". Dieser Störeindruck ist z.B. abhängig von der Fahrgeschwindigkeit, aber auch insbesondere im stehenden Fahrzeug deutlich wahrnehmbar und störend, da die während der Fahrt sonst vorhandenen Fahrgeräusche entfallen. Der Anspruch an die Hörqualität ist demnach aufgrund der Fahrgeräusche, wie z. B. Windgeräusche oder durch den Straßenbelag verursachte Geräusche sowie Motorgeräusche, welche diese „Prasselgeräusche“ teilweise überdecken, weniger groß als bei langsamer Fahrt.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird deshalb zur Programmsteuerung das im Mikroprozessor 13 vorhandene Nutz-Störverhältnis  $S/N$ , welches die Hörsignalqualität 16 repräsentiert, zur Überwachung der dynamischen Steuerung des Scanning-Antennen-Diversitysystems eingesetzt. Die Anzeigegeschwindigkeit für das Nutz-Störverhältnis  $S/N$  des zweiten Störungsdetektors 7 ist für diese Steuerung auch bei höchsten Fahrgeschwindigkeit im FM-Rayleigh-Empfangsfeld vollständig ausreichend.

In einer beispielhaften vorteilhaften Ausführungsform dieser Steuerung werden folgende Betriebsmoden beschrieben:

Gut versorgte Rundfunkempfangsgebiete:

(ausreichende mittlere Hörsignalqualität 16; das Nutz-Störverhältnis ist im Mittel hinreichend groß.)

### Störungsanzeigemodus:

Im Störungsanzeigemodus bewirkt der erste Störungsdetektor 6 mit seiner Momentan störungsanzeige 10 bei Überschreiten der Frequenzabweichungsschwelle 18 bzw. und/oder der Amplitudenstörmodulationsschwelle 26, dass auf ein anderes vorgegebenes hochfrequentes Empfangssignal 5 umgeschaltet wird; ebenso erfolgt eine Umschaltung, wenn das Nutz-Störverhältnis  $S/N$  die Nutz-Störverhältnis-Schwelle 24 durch Störungsanzeige 11 durch den zweiten Störungsdetektor 7 zum Zeitpunkt  $t_1$  momentan unterschreitet, jedoch nur dann, wenn der erste Störungsdetektor 6 im Zeitraum  $t_1 - \Delta t < t < t_1$  keine Störung angezeigt hat, wobei  $\Delta t$  die Erkennungszeit des zweiten Störungsdetektors 7 ist.

10

### Aktualisierungszyklus:

Das System ist in den o.g. Störungsanzeigemodus geschaltet und die verfügbaren hochfrequenten Empfangssignale 5 werden zyklisch angewählt und

15

a) die Hörsignalqualität 16 jeweils während der Anschaltzeit eines Signals mit Hilfe des zweiten Störungsdetektors 7 festgestellt und im Speicher des Mikroprozessors 13 abgelegt und der Qualität nach sortiert, so dass eine Rangliste der hochfrequenten Empfangssignale 5 gebildet ist, oder

20

b) die Hörsignalqualität 16 anhand der gemessenen Zeitlängen, d.h. der Anschaltzeiten des jeweils angeschalteten hochfrequenten Empfangssignals 5 und der Bewertung der Anschaltzeit als Hörqualität festgestellt ist und diese für die einzelnen Signale im Speicher des Mikroprozessors 13 abgelegt und der Qualität nach sortiert ist, so dass eine Rangliste der hochfrequenten Empfangssignale 5 gebildet ist.

### Signalselektionsmodus:

25

Das System ist in den o.g. Störungsanzeigemodus geschaltet und die verfügbaren hochfrequenten Empfangssignale 5 werden aus der Rangliste derart angewählt, dass das Signal mit der jeweils besten Hörsignalqualität 16 bei Weiterschaltung selektiert wird.

### Momentanschaltmodus:

30

Ein vorteilhafter Programmablauf ist somit dadurch gegeben, dass das System im Signalselektionsmodus betrieben ist und in geeignet gewählten Zeitabständen 28 durch den Aktualisierungszyklus unterbrochen ist und nach dessen Durchlaufen der Signalselektionsmodus jeweils wieder aktiviert ist. Die Zeitabstände 28 werden in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung an die durch die Fahrgeschwindigkeit gemäß der Rayleigh-

Feldverteilung sich ändernde Amplitude des hochfrequenten Empfangssignals 5 angepasst und mit wachsender Fahrgeschwindigkeit kürzer gewählt. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Zeitabstände 28 aus den ermittelten Zeitintervallen zwischen Signalumschaltungen abgeleitet in der Weise, dass bei kürzeren ermittel-

5 ten Zeitintervallen kleinere Zeitabstände 28 zur häufigeren Aktualisierung der Rangliste der hochfrequenten Empfangssignale 5 eingestellt werden.

#### Schlecht versorgte Rundfunkempfangsgebiete:

(Die Hörsignalqualität 16 ist nicht ausreichend; das Nutz-Störverhältnis ist im Mittel zu

10 klein)

#### S/N-Modus :

In solchen Empfangsgebieten haben Störungsdetektoren vom Typ des ersten Störungsdetektors 6 die Tendenz, zu häufig Störungen anzuzeigen. In diesen Fällen ist es häufig

15 vorteilhaft, die Logikschaltung 8 derart zu gestalten, dass bei Feststellung einer zu geringen zeitlich gemittelten Hörsignalqualität 16 durch den zweiten Störungsdetektor 7 in Verbindung mit in zu kleinen Zeitintervallen aufeinanderfolgenden Momentanstörungen-

anzeigen 10, letztere bei der Bildung des logischen Steuersignals 12 unberücksichtigt bleiben und das logische Steuersignal 12 ausschließlich aus der Störungsanzeige 11 des

20 zweiten Störungsdetektors 7 abgeleitet ist.

#### S/N-Aktualisierungszyklus:

Das System ist in den o.g. S/N-Modus geschaltet und die verfügbaren hochfrequenten Empfangssignale 5 werden zyklisch angewählt und die Steuerung des Systems kann

25 vorteilhaft analog zu dem wie unter dem oben angegebenen Aktualisierungszyklus a) oder b) anhand der Hörsignalqualität 16 erfolgen.

#### S/N-Signalselektionsmodus:

Das System ist in den o.g. S/N-Modus geschaltet und die verfügbaren hochfrequenten

30 Empfangssignale 5 werden aus der Rangliste derart angewählt, dass das Signal mit der jeweils besten Hörsignalqualität 16 bei Weiterschaltung selektiert wird.

### S/N-Schaltmodus:

Bei zu kleinem mittleren Nutz-Störverhältnis  $S/N$  ist es vorteilhaft, einen zum o.g. Momentanschaltmodus analogen Programmablauf einzustellen, in welchem das System im S/N-Signalselektionsmodus betrieben ist und in geeignet gewählten Zeitabständen 28 durch den S/N-Aktualisierungszyklus unterbrochen ist und nach dessen Durchlaufen der S/N-Signalselektionsmodus jeweils wieder aktiviert ist. Die Zeitabstände 28 werden wie oben genannt, geeignet gewählt und gegebenenfalls dynamisch eingestellt.

# Scanning-Antennen-Diversitysystem für den FM-Hörrundfunk für Fahrzeuge

## Patentansprüche

5

Anspruch 1

Scanning-Antennen-Diversitysystem für den FM-Hörrundfunk für Fahrzeuge mit einer Antennenanlage (1) mit steuerbarer logischer Schalteinrichtung (2), bei der mit unterschiedlichen Schaltstellungen jeweils ein diversitätsmäßig unterschiedliches hochfrequentes Empfangssignal (5) einem Empfänger (3) zugeführt ist und ein aus diesem

10 Empfangssignal (5) abgeleitetes ZF-Empfangssignal (9) einen Diversityprozessor (4) ansteuert, der bei Vorliegen einer Empfangsstörung die logische Schalteinrichtung (2) in eine andere Schaltstellung weiterschaltet,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

15 im Diversityprozessor (4)

- ein erster Störungsdetektor (6) vorhanden ist, dessen Momentanstörungenanzeige (10) verzögerungsfrei aus dem zeitlichen Momentanwert des auf die ZF-Bandbreite begrenzten ZF-Empfangssignals (9) des Empfängers (3) durch Feststellung des störungsbedingten Auftretens unzulässiger Momentanwerte der Frequenz und der Amplitude dieses Signals

20 gewonnen ist

- und ein zweiter Störungsdetektor (7) vorhanden ist, dessen Störungsanzeige (11) aus demselben ZF-Empfangssignal (9), jedoch aus der zeitlich integralen Erfassung der Störsignalinhalte in gemäss der Signalnormung des FM-Multiplexsignals des FM-demodulierten ZF-Empfangssignals (9a) vom Nutzsignal frei gehaltenen Frequenzlücken

25 gewonnen ist

- deren beider Störungsanzeigesignale (10,11) einer Logikschaltung (8) zugeleitet sind, welche derart gestaltet ist, dass in ihr durch Auswertung der Störungsanzeigesignale (10,11) beider Störungsdetektoren (6,7) ein logisches Steuersignal (12) zur Steuerung der Antennenanlage (1) mit steuerbarer logischer Schalteinrichtung (2) gebildet ist, so dass

30 zum frühest möglichen Zeitpunkt nach Auftreten eines empfangsunwürdig gewordenen Empfangssignals (5) eine andere Schaltstellung gewählt ist. (Fig.3)

## Anspruch 2

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 1

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Logikschaltung (8) durch einen programmierbaren Mikroprozessor (13) gebildet ist,  
 5 dessen Ablaufprogramm auf der Bewertung der Störungsanzeigesignale (10,11) nach  
 Größe und Zeitablauf unter Berücksichtigung von deren bekannten unterschiedlichen  
 Charakteristiken bezüglich der unterschiedlichen Störungsursachen und unter logischer  
 Verknüpfung dieser Bewertungen zur Bildung der Umschaltbefehle im logischen  
 Steuersignal (12) aufgebaut ist. (Fig.3)

10

## Anspruch 3

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 2

**dadurch gekennzeichnet, dass**

beide Störungsdetektoren (6,7) in analoger Technik ausgeführt sind und die aus dem FM-  
 15 demodulierten ZF-Empfangssignal (9a) gewonnene Momentanstörungenanzeige (10) des  
 ersten Störungsdetektors (6) und die Störungsanzeige (11) des zweiten Störungsdetektors  
 (7) nach einer Analog/Digital-Umwandlung in einem digital arbeitenden programmier-  
 baren Mikroprozessor (13) entsprechend einem geeignet gestalteten Protokoll zur  
 Gestaltung des logischen Steuersignals (12) ausgewertet sind (Fig. 4).

20

## Anspruch 4

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3

**dadurch gekennzeichnet, dass**

im ersten Störungsdetektor (6) ein FM-Demodulator (17) mit Frequenzabweichungs-  
 25 schwelle (18), welche der für ein ungestörtes hochfrequentes Empfangssignal (5) maximal  
 zulässigen Frequenzabweichung entspricht, vorhanden ist, dessen Momentanstörungenan-  
 zeige (10) aus der die Frequenzabweichungsschwelle (18) überschreitenden momentanen  
 Frequenzabweichung durch das Auftreten einer im Gesamtsignal innerhalb einer Störungs-  
 erkenntniszeit  $t_s$  von maximal nur wenigen Vielfachen der reziproken ZF-Bandbreite mit  
 30  $t_s < 100 \mu\text{sec}$  gebildet ist (Fig. 4).

## Anspruch 5

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3

**dadurch gekennzeichnet, dass**

im ersten Störungsdetektor (6) ein AM-Gleichrichter (15) mit Störampplitudenmodulationsindikator (19) vorhanden ist, dessen Momentanstörungenanzeige (10) aus dem Auftreten einer Amplitudenstörmodulation im Gesamtsignal innerhalb einer Störungserkennungszeit  $t_s$  von maximal nur wenigen Vielfachen der reziproken ZF-Bandbreite mit  $t_s < 100 \mu\text{sec}$  gebildet ist (Fig. 4).

#### Anspruch 6

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 2 und 4

**dadurch gekennzeichnet, dass**

im ersten Störungsdetektor (6) ein FM-Demodulator (17) mit Frequenzabweichungsschwelle (18) und ein AM-Gleichrichter (15) mit Störampplitudenmodulationsindikator (19) vorhanden sind und die Momentanstörungenanzeige (10) aus dem gleichzeitigen Auftreten der störungsbedingten Frequenzabweichung und der Amplitudenstörmodulation gebildet ist.

#### Anspruch 7

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6

**dadurch gekennzeichnet, dass**

im zweiten Störungsdetektor (7) mindestens ein Frequenzfilter (20) zur Auskopplung von Störsignalen in einem gemäß der Signalnormung des FM-Multiplexsignals des FM-demodulierten ZF-Empfangssignals (9a) vom Nutzsignal frei gehaltenen Frequenzlücke vorhanden ist und die in den Störsignalen enthaltene Störenergie durch zeitliche Integration zur Bildung des Störungsanzeigesignals (11) innerhalb einer Zeit von  $t_q < 10 \text{ ms}$  ausgewertet ist (Fig. 4).

#### Anspruch 8

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 7

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Frequenzfilter (20) als Hochpass (29) zur Auskopplung von Störsignalen im Frequenzbereich oberhalb der höchsten im standardisierten FM-Multiplexsignal vorkommenden Frequenz gestaltet ist, dessen untere Grenzfrequenz zur Erfassung aller Störungen hinreichend niedrig und die Flankensteilheit zur Unterdrückung des Nutzsignalinhalts am Filterausgang hinreichend groß gewählt sind (Fig. 5)

## Anspruch 9

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 7

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Frequenzfilter (20) als kombiniertes Filter, bestehend aus Bandpässen (30) in den  
 5 Durchlassfrequenzbereichen  $15\text{kHz} < f < 19\text{kHz}$  und  $19\text{kHz} < f < 23\text{kHz}$  sowie aus einem  
 Hochpass mit  $57\text{kHz} < f$  gestaltet ist (Fig. 5).

## Anspruch 10

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 7

10 **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Frequenzfilter (20) zur Auswertung der Störsignale in den Frequenzbereichen  $15\text{kHz} < f < 19\text{kHz}$  und  $19\text{kHz} < f < 23\text{kHz}$  durch Frequenzumsetzung mit einer Trägerschwingung auf der Pilottonfrequenz mit nachgeschaltetem Tiefpass mit der Grenzfrequenz  $< 4\text{kHz}$  gebildet ist.

15

## Anspruch 11

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach einem der Ansprüche 7 bis 10

**dadurch gekennzeichnet, dass**

zur Auswertung der in den Störsignalen auftretenden Störenergie  $N$  eine Gleichrichterschaltung (21) mit Integrationsglied (22) verwendet ist (Fig. 4).

20

## Anspruch 12

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 7 bis 11

**dadurch gekennzeichnet, dass**

25 ein Nutzsingnalfilter (23) zur Auskopplung von Nutzsingnalinhalten  $S$  aus dem FM-demodulierten ZF-Empfangssignal (9a) auf gemäss der Signalnornung des FM-Multiplexsignals des FM-demodulierten ZF-Empfangssignals (9a) für die Übertragung von Nutzsingnalen vorgesehenen Frequenzen zur zeitlich integralen Erfassung der Nutzsingnalenergie  $S$  vorhanden ist und das Nutz-Störverhältnis  $S/N$  in einer Zeit von  $t_q < 10\text{ ms}$  nach  
 30 Auftreten der Störung ermittelt und in der Logikschaltung (8) in die Gestaltung des logischen Steuersignals (12) mit einbezogen ist (Fig. 6).

## Anspruch 13

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 12

**dadurch gekennzeichnet, dass**

eine Nutz-Störverhältnis-Schwelle (24) vorgegeben ist und die Logikschaltung (8) derart gestaltet ist, dass bei Feststellung der Unterschreitung des Nutz-Störverhältnisses  $S/N$  von dieser Schwelle zum Zeitpunkt  $t_1$  ein logisches Steuersignal (12) generiert ist, welches nur dann eine Weiterschaltung der logischen Schalteinrichtung (2) veranlasst, wenn der erste Störungsdetektor (6) im Zeitraum  $t_1 - \Delta t < t < t_1$  keine Störung angezeigt hat, wobei  $\Delta t$  durch die Erkennungszeit des zweiten Störungsdetektors (7) gegeben ist (Störungsanzeigemodus) (Fig. 7).

## Anspruch 14

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 1

**dadurch gekennzeichnet, dass**

im ersten Störungsdetektor (6) die Momentanstörungenanzeige (10) als ein Binärsignal (14) gegeben ist und die Frequenzabweichungsschwelle (18) in der Weise variabel gestaltet ist, dass sie abhängig vom aktuellen, über eine geeignet eingestellte Integrationszeit zeitlich gemitteltem Modulationshub eingestellt ist und mit wachsendem Modulationshub nach einer vorgegebenen Funktion angehoben ist.

## Anspruch 15

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 14 in Verbindung mit einem der Ansprüche 5 bis 6

**dadurch gekennzeichnet, dass**

eine Amplitudenstörmodulationsschwelle (26) und die Störungsanzeige (11) als Binärsignal (14) bei Überschreitung dieser Schwelle gegeben ist und die Momentanstörungenanzeige (10) durch das gleichzeitige Auftreten der Überschreitung der Frequenzabweichungsschwelle (18) und der Amplitudenstörmodulationsschwelle (26) als ein Binärsignal (14) gegeben ist.

## Anspruch 16

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 15

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Amplitudenstörmodulationsschwelle (26) in der Weise variabel gestaltet ist, dass sie abhängig vom aktuellen, über eine geeignet eingestellte Integrationszeit gemitteltem AM-demodulierten ZF-Empfangssignal (9b) des ZF-Empfangssignals (9) eingestellt ist und mit wachsender Größe dieses Signals die Amplitudenstörmodulationsschwelle (26) nach einer  
5 vorgegebenen Funktion angehoben ist.

#### Anspruch 17

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 14 und 15

**dadurch gekennzeichnet, dass**

10 die Zeitintervalle zwischen den aufeinanderfolgenden Überschreitungen der Frequenzabweichungsschwelle (12) oder/und der Amplitudenstörmodulationsschwelle (26) im ersten Störungsdetektor (6) in der Logikschaltung (8) erfasst sind und als Kriterium für die Qualität des hochfrequenten Empfangssignals (5) benutzt sind und zur Reduzierung der Schaltunruhe die Frequenzabweichungsschwelle (12) oder/und die Amplitudenstörmodula-  
15 tionsschwelle (26) mit kürzer werdenden Zeitintervallen angehoben wird bzw. werden.

#### Anspruch 18

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 1 und 2

**dadurch gekennzeichnet, dass**

20 der erste Störungsdetektor (6) durch den Prozessor vom Typ TEA 6101 der Fa. Philips bzw. durch einen, nach einem ähnlichen Prinzip gestalteten Prozessor dargestellt ist.

#### Anspruch 19

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 14 und 15

25 **dadurch gekennzeichnet, dass**

die aktuellen zeitlichen Mittelwerte des FM-demodulierten ZF-Empfangssignals (9a) und des AM-demodulierten ZF-Empfangssignals (9b) dem Mikroprozessor (13) zugeführt, dort A/D-gewandelt und mit Hilfe eines Rechenprogramms und anschließender D/A-Wandlung Signale erzeugt sind, die dem ersten Störungsdetektor (6) zur Steuerung der Frequenz-  
30 abweichungsschwelle (12) und der Amplitudenstörmodulationsschwelle (26) zugeführt sind.

## Anspruch 20

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach einem der Ansprüche 1 bis 19

5 **dadurch gekennzeichnet, dass**

das System in einem Signalselektionsmodus arbeitet, in welchem in der logischen Schalteinrichtung (2) adressierbare Schaltzustände (27) vorgesehen sind und beim Betrieb des Systems gemäß Anspruch 13 für die verschiedenen Schaltzustände (27) die aktuellen Zeitintervalle zwischen den aufeinanderfolgenden Umschaltungen der logischen  
 10 Schalteinrichtung (2) für die verschiedenen Schaltzustände (27) als Kriterium für die Qualität des hochfrequenten Empfangssignals (5) gesondert festgestellt sind und die Logikschaltung (8) als Mikroprozessor (13) mit Speicher- und Sortierfunktion ausgeführt ist, mit dessen Hilfe eine Rangliste der den adressierbaren Schaltzuständen (27) zugeordneten hochfrequenten Empfangssignale (5) im Hinblick auf die Qualität dieser Signale  
 15 gebildet ist und bei Auftreten einer Momentanstörungenanzeige (10) oder einer Störungsanzeige (11) über ein entsprechend generiertes Adresssignal ein nächster Schaltzustand (27) entsprechend der nächsten Position in der Rangliste gewählt ist (Selektionsmodus).

## Anspruch 21

20 Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 20

**dadurch gekennzeichnet, dass**

jedoch für die verschiedenen Schaltzustände (27) als Kriterium für die Qualität des hochfrequenten Empfangssignals (5) die Hörqualität gemäß Anspruch 23 mit Hilfe des zweiten Störungsdetektors (7) gesondert festgestellt ist und die Rangliste der den adressierbaren  
 25 Schaltzuständen (27) zugeordneten hochfrequenten Empfangssignale (5) im Hinblick auf die Qualität dieser Signale gebildet ist.

## Anspruch 22

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 20

30 **dadurch gekennzeichnet, dass**

das System in einem Aktualisierungszyklus arbeitet, in welchem zur Aktualisierung der Rangliste die adressierbaren Schaltzustände (27) jeweils bei Auftreten einer Momentanstörungenanzeige (10) im ersten Störungsdetektor (6) oder einer Störungsanzeige (11) im zweiten Störungsdetektor (7) zyklisch auf einen anderen adressierbaren Schaltzustand (27)

weitergeschaltet ist, solange, bis alle adressierbaren Schaltzustände (27) angewählt und die aktuellen Zeitintervalle mindestens einmal sicher erfasst sind (Aktualisierungsmodus).

#### Anspruch 23

5 Scanning-Antennen-Diversitysystem nach einem der Ansprüche 1 bis 22

#### **dadurch gekennzeichnet, dass**

durch das aus dem im zweiten Störungsdetektor (7) ermittelte Nutz-Störverhältnis  $S/N$  über eine Bewertungsfunktion ein Signal entsprechend der empfundenen Hörqualität hergestellt ist und dieses Signal zur Überwachung der Hörqualität und zur Umsteuerung  
10 zwischen verschiedenen Betriebsmoden des Scanning-Antennen-Diversitysystems verwendet ist.

#### Anspruch 24

15 Scanning-Antennen-Diversitysystem nach einem der Ansprüche 1 bis 22

#### **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Logikschaltung (8) derart gestaltet ist, dass bei hinreichender zeitlich gemittelter, mit Hilfe des zweiten Störungsdetektors (7) festgestellter Hörqualität das Diversitysystem im Momentanschaltmodus betrieben ist, wobei dieser aus der Kombination des vom ersten  
20 Störungsdetektor (6) gesteuerten Signalselektionsmodus gemäß Anspruch 20 besteht, welcher nach geeignet gewählten Zeitabständen (28) jeweils durch den Aktualisierungszyklus gemäß Anspruch 22 unterbrochen ist und nach dessen Durchlaufen der Signalselektionsmodus jeweils wieder aktiviert ist usw.

#### Anspruch 25

25 Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 23

#### **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Logikschaltung (8) derart gestaltet ist, dass bei Feststellung einer zu geringen zeitlich gemittelten Hörqualität durch den zweiten Störungsdetektor (7) in Verbindung mit zu  
30 kleinen Zeitintervallen zwischen den aufeinanderfolgenden Überschreitungen der Frequenzabweichungsschwelle (12) oder/und Amplitudenstörmodulationsschwelle (26) im ersten Störungsdetektor (6) das Diversitysystem im  $S/N$ -Modus betrieben ist, bei welchem die Momentan störungsanzeigen (10) bei der Bildung des logischen Steuersignals (12)

unberücksichtigt sind und das logische Steuersignal (12) ausschließlich aus der Störungsanzeige (11) des zweiten Störungsdetektors (7) abgeleitet ist.

#### Anspruch 26

5 Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 25

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das System im S/N-Modus gemäß Anspruch 25 betrieben ist und in einem S/N-Signalselektionsmodus arbeitet, in welchem in der logischen Schalteinrichtung (2) adressierbare Schaltzustände (27) vorgesehen sind und für die verschiedenen Schaltzustände (27) das  
 10 aktuelle Nutz-Störverhältnis S/N der verschiedenen Schaltzustände (27) als Kriterium für die Hörqualität des hochfrequenten Empfangssignals (5) gesondert festgestellt sind und die Logikschaltung (8) als Mikroprozessor (13) mit Speicher- und Sortierfunktion ausgeführt ist, mit dessen Hilfe eine Rangliste der den adressierbaren Schaltzuständen (27) zugeordneten hochfrequenten Empfangssignale (5) im Hinblick auf die Hörqualität dieser Signale  
 15 gebildet ist und bei Auftreten einer Störungsanzeige (11) mit welcher eine Nutz-Störverhältnis-Schwelle (24) unterschritten ist, über ein entsprechend generiertes Adresssignal ein nächster Schaltzustand (27) entsprechend der nächsten Position in der Rangliste gewählt ist.

20 Anspruch 27

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 26

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das System im S/N-Modus gemäß Anspruch 24 und in einem S/N-Aktualisierungszyklus arbeitet, in welchem zur Aktualisierung der Rangliste die adressierbaren Schaltzustände  
 25 (27) jeweils bei Auftreten einer Störungsanzeige (11) im ersten Störungsdetektor (6) zyklisch auf einen anderen adressierbaren Schaltzustand (27) weitergeschaltet ist, solange, bis alle adressierbaren Schaltzustände (27) angewählt und die aktuellen Nutz-Störverhältnisse S/N mindestens einmal sicher erfasst sind.

30 Anspruch 28

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 26 und 27

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Diversitysystem im S/N-Schaltmodus betrieben ist, wobei dieser aus der Kombination des vom zweiten Störungsdetektor (7) gesteuerten S/N-Signalselektionsmodus gemäß

Anspruch 24 besteht, welcher nach geeignet gewählten Zeitabständen (28) jeweils durch den S/N-Aktualisierungszyklus gemäß Anspruch 27 unterbrochen ist und nach dessen Durchlaufen der S/N-Signalselektionsmodus jeweils wieder aktiviert ist usw.

5    Anspruch 29

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach den Ansprüchen 24 und 28

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Zeitabstände (28) an die durch die Fahrgeschwindigkeit gemäß der Rayleigh-Feldverteilung sich ändernde Amplitude des hochfrequenten Empfangssignals (5) angepasst sind und mit wachsender Fahrgeschwindigkeit kürzer gewählt sind.

Anspruch 30

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 29

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Zeitabstände (28) aus den ermittelten Zeitintervallen gemäß den Ansprüchen 17, 20 und 22 abgeleitet sind in der Weise, dass bei kürzeren ermittelten Zeitintervallen kleinere Zeitabstände (28) zur häufigeren Aktualisierung der Rangliste der hochfrequenten Empfangssignale (5) eingestellt sind.

20    Anspruch 31

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach Anspruch 24 in Verbindung mit einem der Ansprüche 14 bis 16

**dadurch gekennzeichnet, dass**

im S/N-Modus nach Anspruch 24 das FM-demodulierte ZF-Empfangssignal (9a) bzw. das AM-demodulierte ZF-Empfangssignal (9b) dem ersten Störungsdetektor (6) zur dynamischen Mitführung der Frequenzabweichungsschwelle (18) bzw. der Amplitudenstörmodulationsschwelle (26) zum Zwecke der Bereitstellung aktualisierter Schwellen für den Übergang in den Momentanschaltmodus zugeführt ist.

30    Anspruch 32

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach einem der Ansprüche 1 bis 31

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Logikschaltung (8) derart gestaltet ist, dass zur Verhinderung von unerwünschter zusätzlicher Schaltaktivität nach einer über das logische Steuersignal (12) gegebenen Um-

- schaltanweisung an die logische Schalteinrichtung (2) eine Wartezeit (25) wirksam ist, innerhalb derer keine weitere Umschaltanweisung an die logische Schalteinrichtung (2) weitergegeben wird und welche geringfügig größer ist als die Summe aus der aus der wirksamen Bandbegrenzung infolge der Zwischenfrequenzfilter und aus den weiteren unvermeidbaren Totzeiten der Signalverarbeitungskomponenten bedingten Verzögerungszeit.
- 5

#### Anspruch 33

Scanning-Antennen-Diversitysystem nach einem der Ansprüche 1 bis 32

**dadurch gekennzeichnet, dass**

- 10 das ZF-Empfangssignal (9) in einem digital arbeitenden Signalprozessor DSP digitalisiert ist und alle Funktionen der Ansprüche 1 bis 32 durch digitale Signalprozesse realisiert sind.

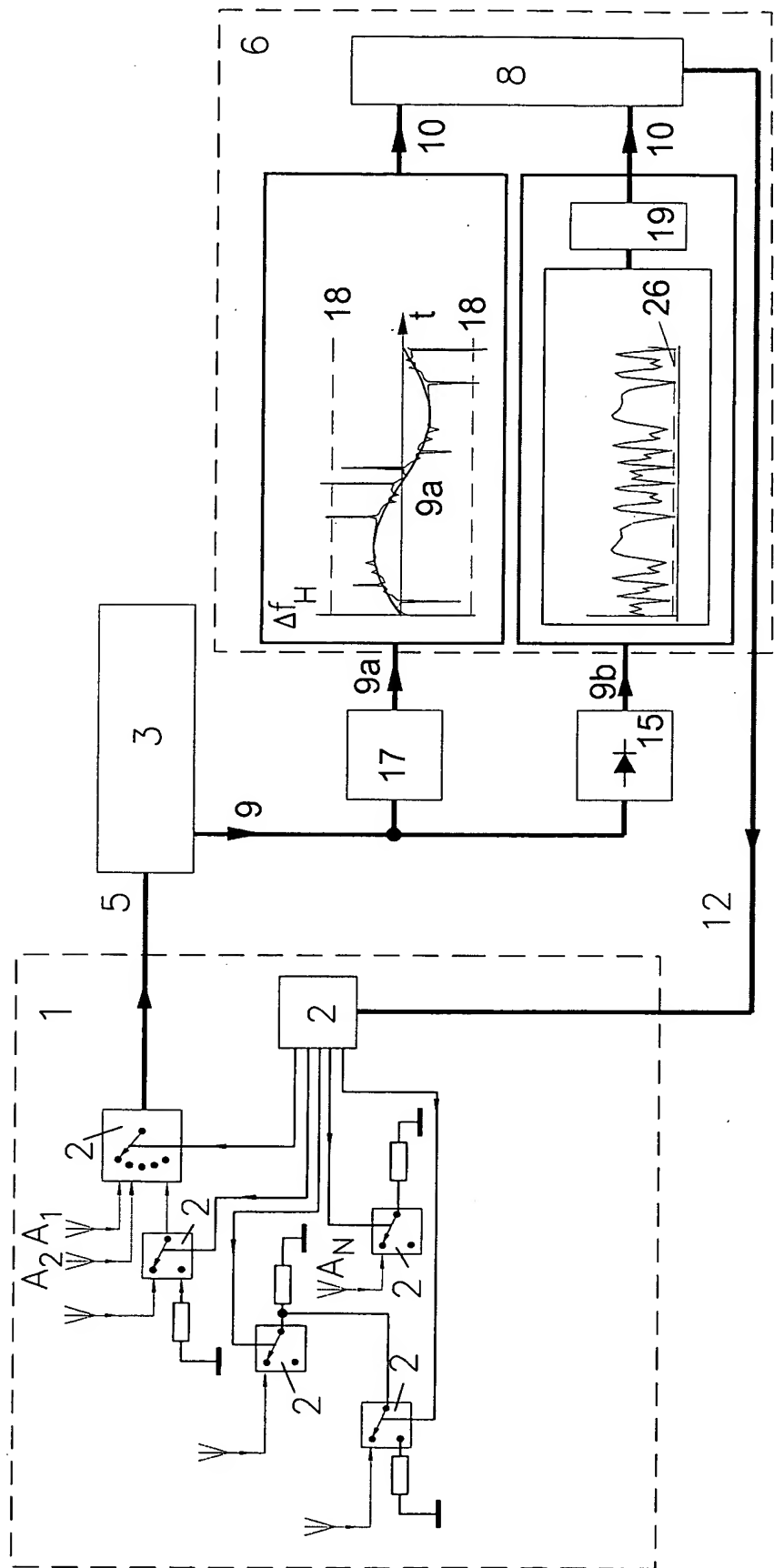


Fig.1

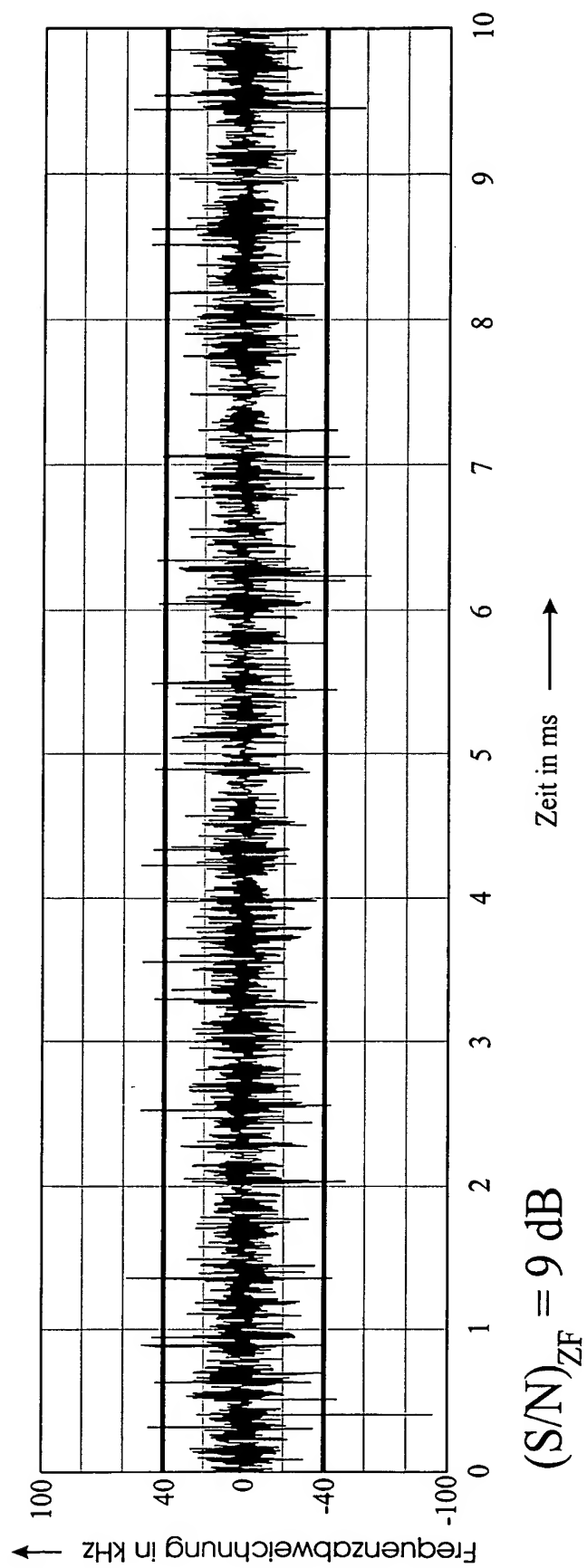


Fig.2a

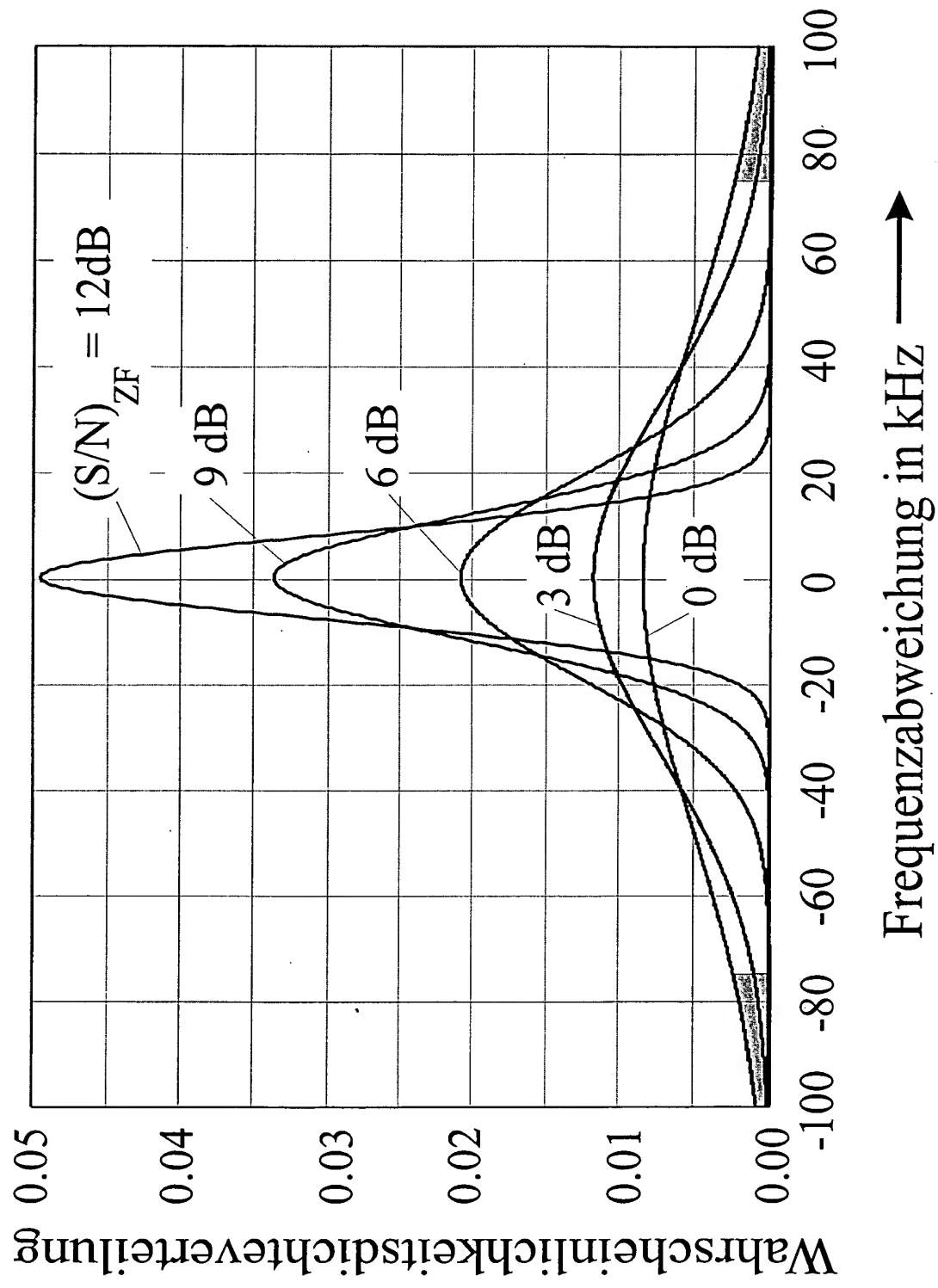


Fig.2b

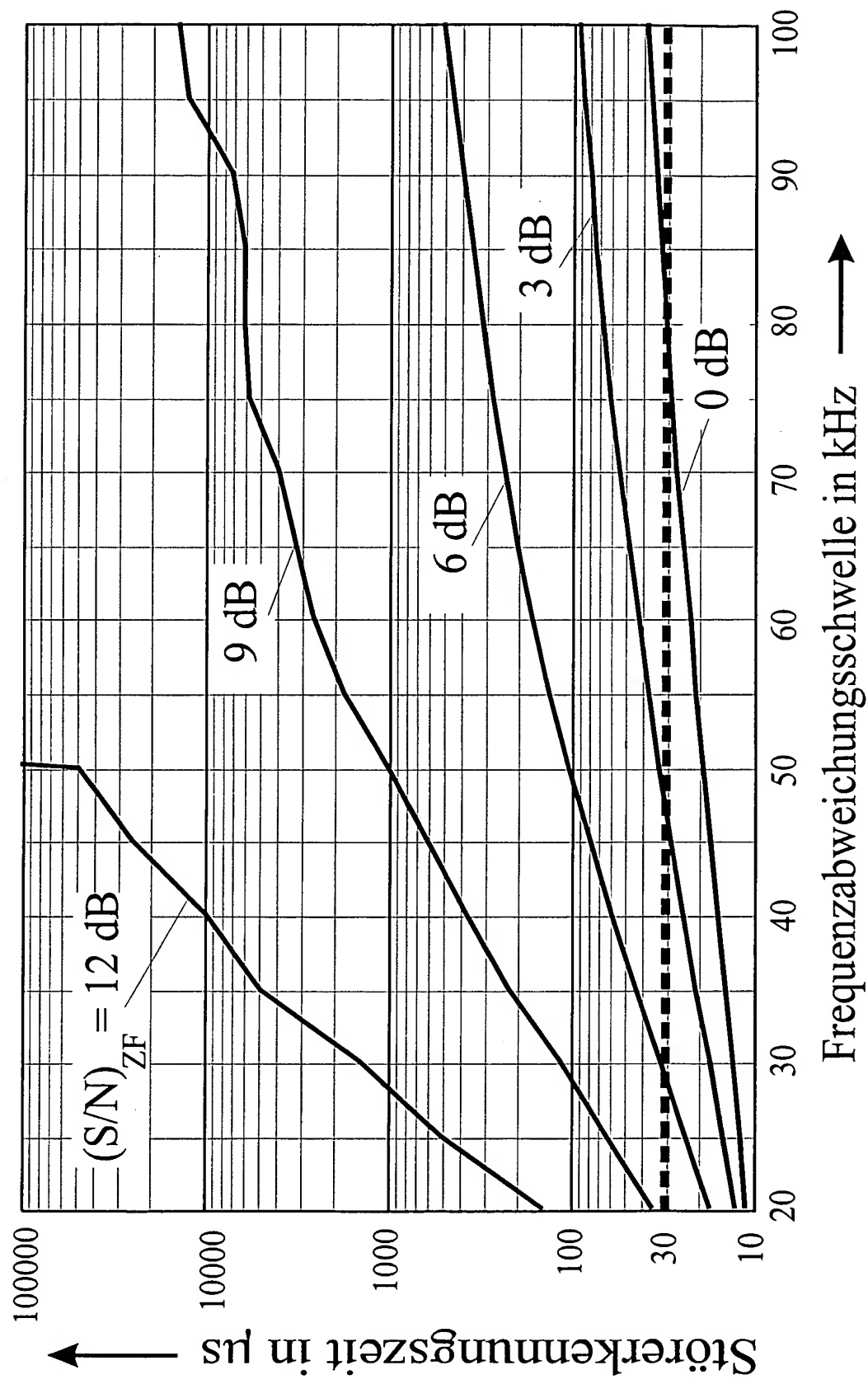


Fig.2c

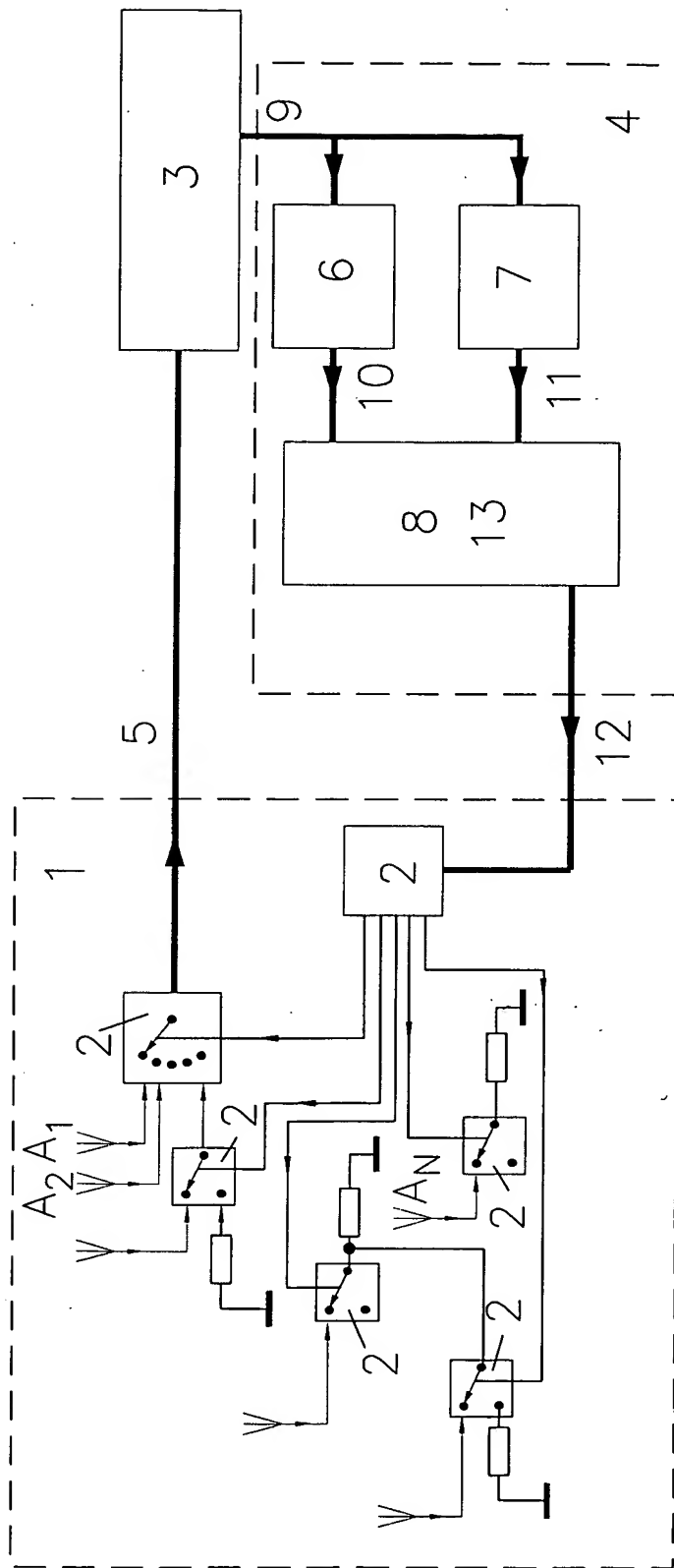


Fig. 3

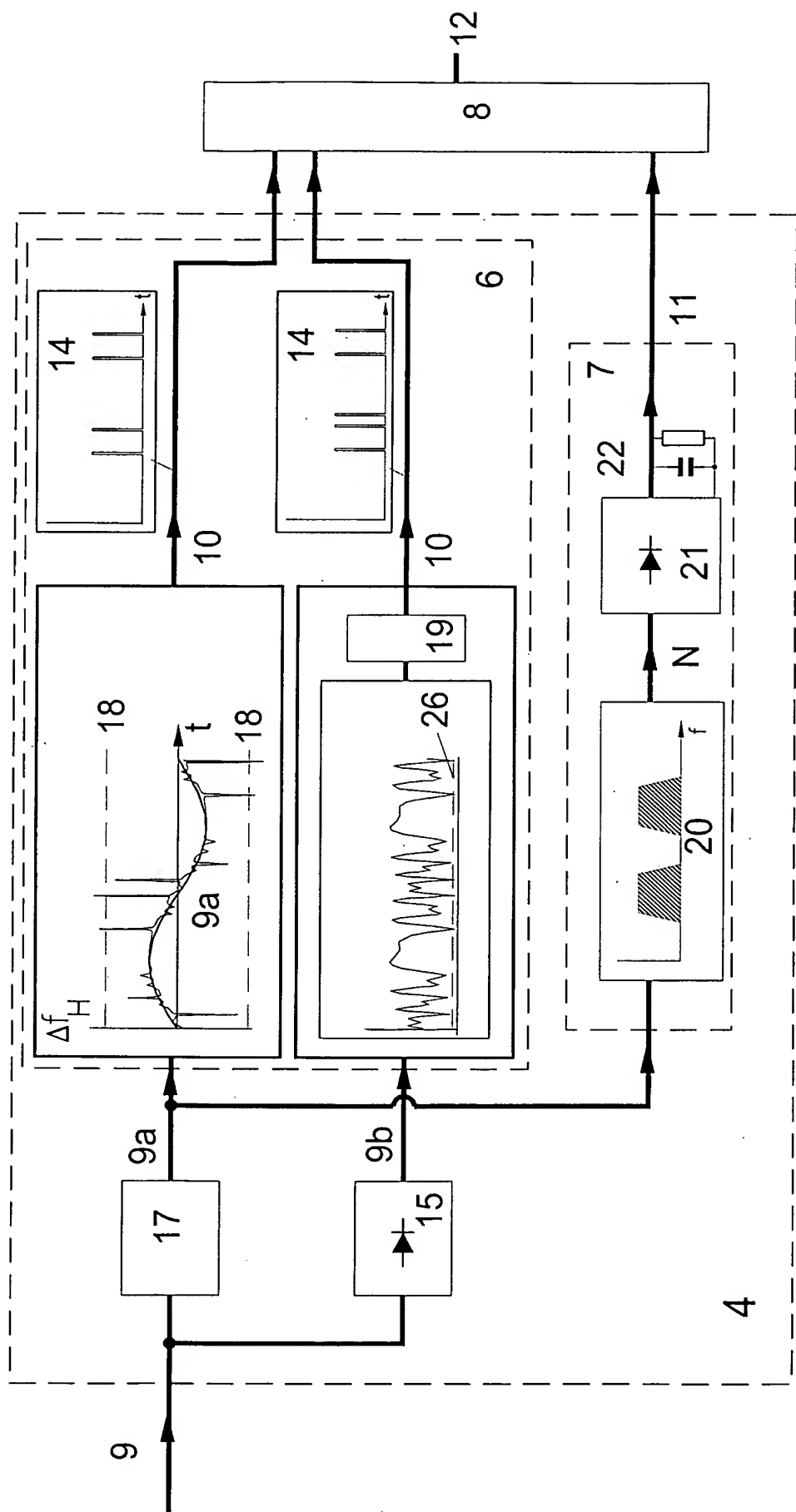


Fig.4

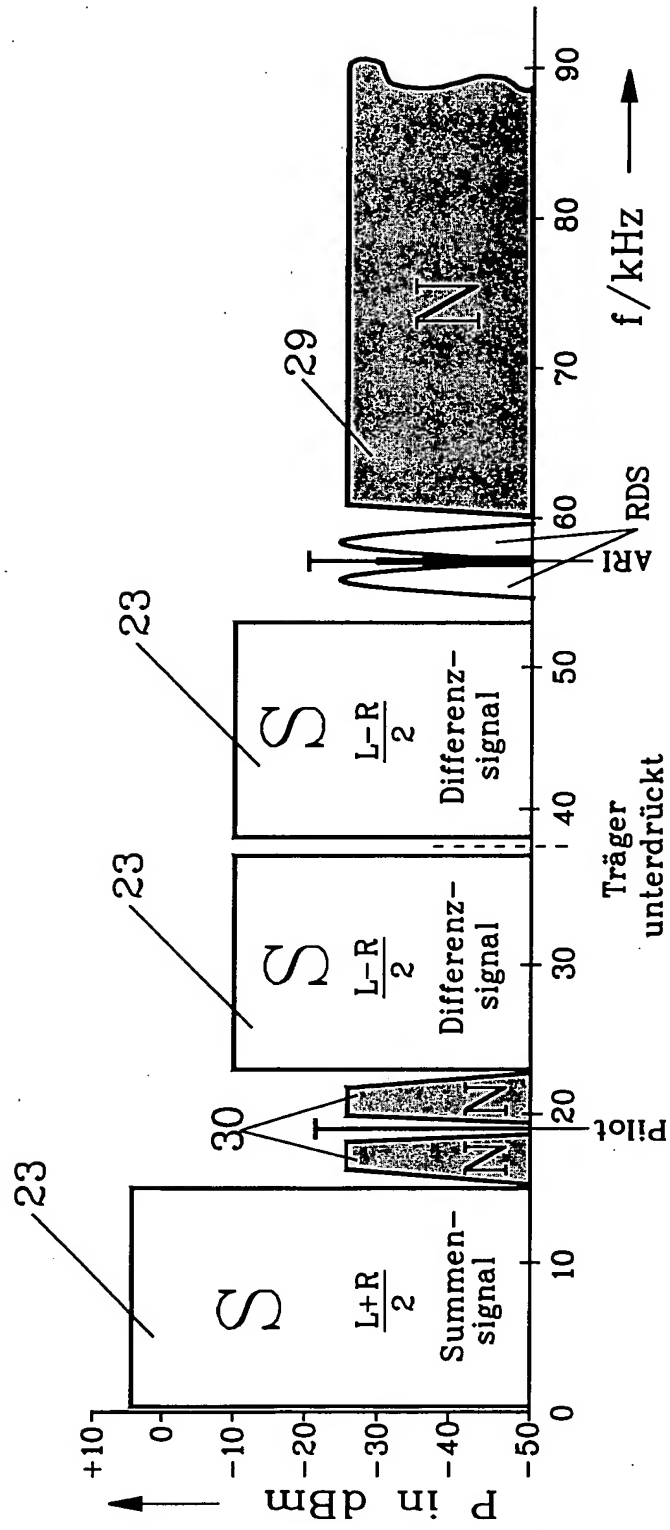


Fig. 5

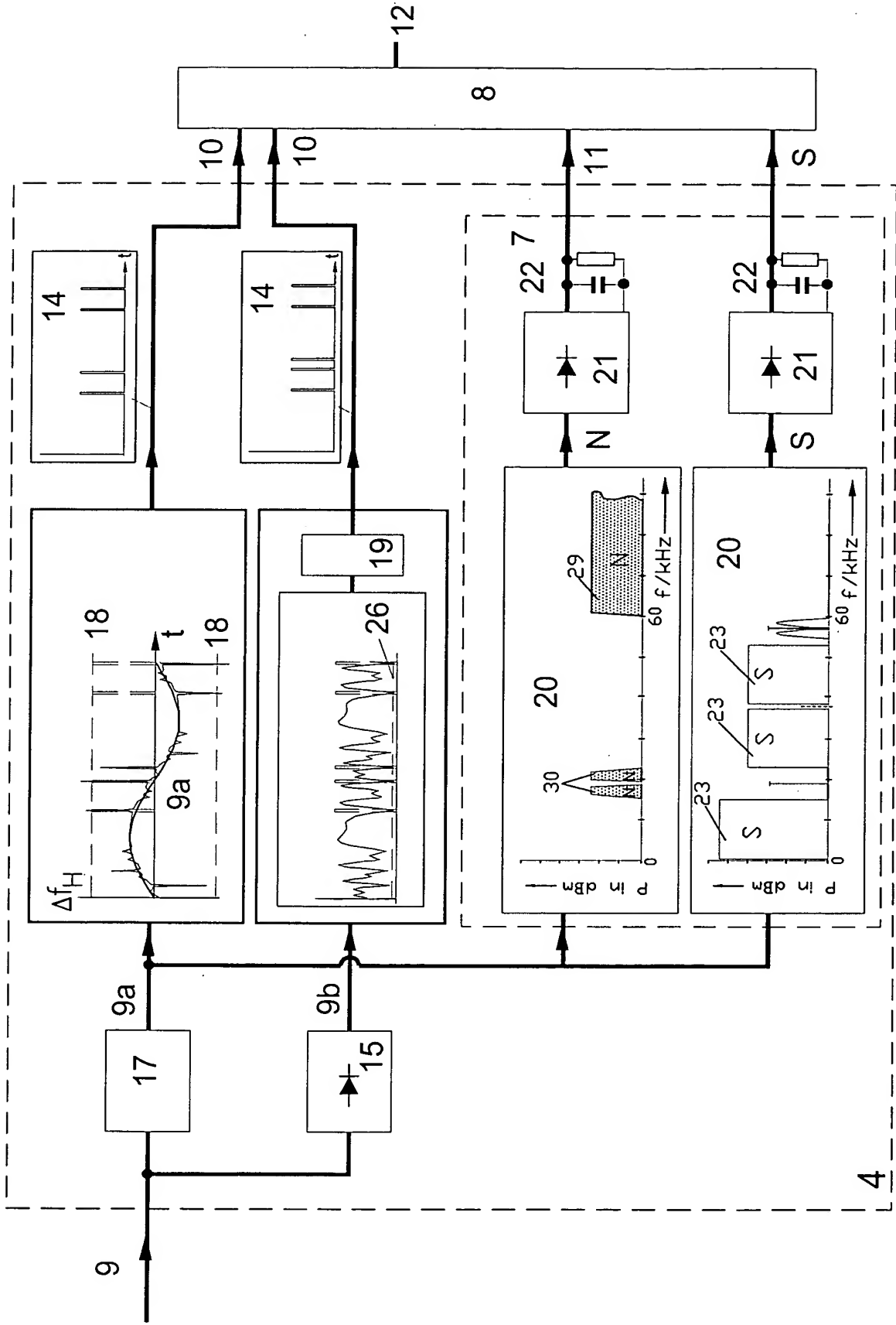


Fig. 6

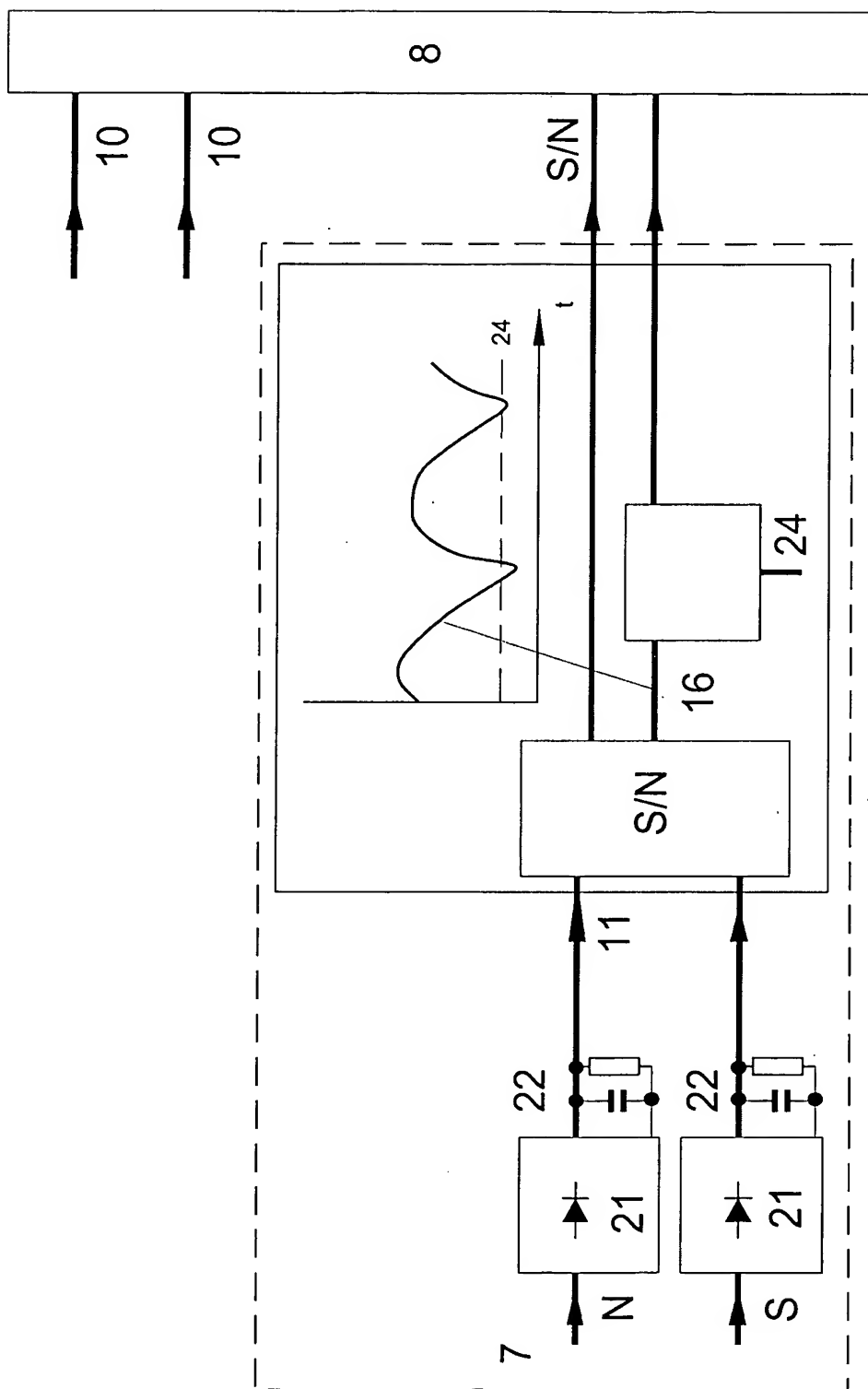


Fig.7